

階層的環境と結合した非平衡開放系の量子散逸ダイナミクス II

Quantum dissipative dynamics in non-equilibrium open systems
coupled to hierarchical environments II山梨大院工¹, 東洋大² ○(M2) 秋山 祐樹¹, 石川 陽¹, 小林 潔^{1,2}Univ. of Yamanashi¹, Toyo Univ.², ○Yuki Akiyama¹, Akira Ishikawa¹, and Kiyoshi Kobayashi^{1,2}

E-mail: g18tz003@yamanashi.ac.jp

非平衡開放系が環境と結合することにより起こる量子散逸はナノスケールの電子ダイナミクスを決定づける重要な素過程であり, 電子の輸送現象や緩和過程を取り扱う上で欠かせない. 従来, 環境は熱浴であると考えられてきたが, 近年, 非熱浴的な環境により量子散逸ダイナミクスが変調されることが報告されている [1, 2]. また, ナノスケールの電子系は直接熱浴へ散逸するのではなく, 図 1 のように非熱浴的な局所環境を介して熱浴へ散逸する階層構造を有していると考えられる. 例えば, 近接場光学顕微鏡 (SNOM) による観測は, 局所環境であるプローブ先端を介して注目系であるナノ物質から熱浴である測定系への散逸過程と解釈できる.

本研究の目的は, 上で述べた階層的環境と結合した非平衡開放系の量子散逸ダイナミクスを解明することである. 注目系は二準位系, 局所環境は共鳴二準位系, そして熱浴は無限自由度のボソン系として, 注目系の状態の時間発展方程式を図 2 に示すような 2 通りの方法で導出する. 図 2(a) が示す第 1 の方法では, 注目系と局所環境の結合系を厳密に扱い, 通常の射影演算子法を用いて結合系から熱浴への散逸を記述する Lindblad 型 Master 方程式を導出する. 図 2(b) が示す第 2 の方法では, その結合系の Master 方程式をもとに時間依存射影演算子法 [3, 4] を用いて局所環境の効果を繰り返し込み, 局所環境を介した注目系から熱浴への散逸を記述する Master 方程式を導出する. 本講演では, それら 2 種類の Master 方程式がそれぞれ記述する量子散逸ダイナミクスを数値的に評価し比較することで, 階層的散逸過程における局所環境の効果を議論する.

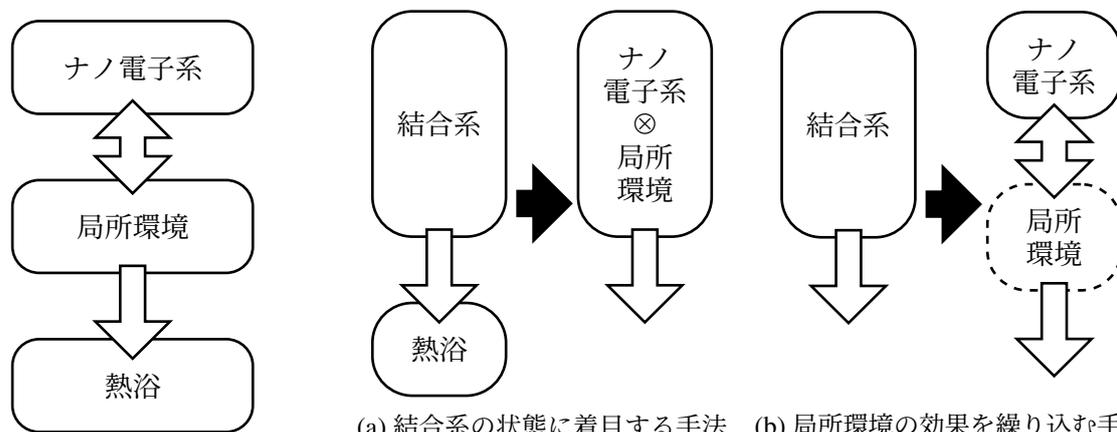


図 1 ナノ電子系の階層的散逸

図 2 ナノ電子系の状態の時間発展方程式の導出手法

参考文献

- [1] A. Ishikawa et al., J. Phys. Soc. Jpn. **87** (2018) 054001.
- [2] K. Kobayashi and A. Ishikawa, Prog. Quantum Electron. **59** (2018) 19.
- [3] C. R. Willis and R. H. Picard, Phys. Rev. A **9** (1974) 1343.
- [4] O. Linden and V. May, Physica A **254** (1998) 411.